

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

22390 U.S.PTO
10/765426



In re application : JEAN-MICHEL LARRIEU, ET AL.
Application No. :
Filed : Herewith
For : A METHOD OF MANUFACTURING AN ACTIVE COOLING PANEL
OUT OF THERMOSTRUCTURAL COMPOSITE MATERIAL
Attorney's Docket : BDL-445XX

TC Art Unit:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on _____.

By

Charles L. Gagnebin III
Registration No. 25,467
Attorney for Applicant(s)

PRIORITY CLAIM UNDER RULE 55

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

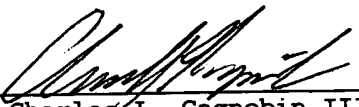
Sir:

The benefit of the filing date in France of a patent application corresponding to the above-identified application is hereby claimed under Rule 55 and 35 U.S.C. 119 in accordance with the Paris Convention for the Protection of Industrial Property. This benefit is claimed based upon a corresponding French patent application bearing serial no. 03 01040 filed January 30, 2003; a certified copy of which is attached hereto.

Respectfully submitted,

JEAN-MICHEL LARRIEU, ET AL.

By


Charles L. Gagnebin III
Registration No. 25,467
Attorney for Applicant(s)

WEINGARTEN, SCHURGIN,
GAGNEBIN & LEOVICI LLP
Ten Post Office Square
Boston, Massachusetts 02109
Telephone: (617) 542-2290
Telecopier: (617) 451-0313

Date:

1-22-4

CLG/mc/301031-1
Enclosure

Express Mail Number

EV 044750674 US

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 010801

<p>REMISE DES PIÈCES DATE 30 JAN 2003</p> <p>LIEU 75 INPI PARIS</p> <p>N° D'ENREGISTREMENT 0301040</p> <p>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</p> <p>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 30 JAN. 2003</p>		<p>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</p> <p>CABINET BEAU DE LOMENIE 158, rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07</p>	
<p>V s références pour ce dossier H272700/656.0B (facultatif)</p>			
<p>Confirmation d'un dépôt par télécopie</p>		<p><input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie</p>	
<p>2 NATURE DE LA DEMANDE</p>		<p>Cochez l'une des 4 cases suivantes</p>	
<p>Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p>Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/></p>			
<p>Demande divisionnaire <input type="checkbox"/></p>			
<p><i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____</p>			
<p><i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____</p>			
<p>Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/></p>		<p>N° _____ Date _____</p>	
<p>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</p> <p>"Procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif en matériau composite thermostuctural"</p>			
<p>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</p>		<p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p>Pays ou organisation _____ N° _____</p> <p>Date _____</p> <p><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</p>	
<p>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique</p>	
<p>Nom ou dénomination sociale</p>		<p>SNECMA PROPULSION SOLIDE</p>	
<p>Prénoms</p>			
<p>Forme juridique</p>		<p>Société Anonyme</p>	
<p>N° SIREN</p>		<p>_____</p>	
<p>Code APE-NAF</p>		<p>_____</p>	
<p>Domicile ou siège</p>	<p>Rue</p>	<p>Les Cinq Chemins</p>	
	<p>Code postal et ville</p>	<p>B 3 1 1 8 1 7 L E H A I L L A N</p>	
	<p>Pays</p>	<p>FRANCE</p>	
<p>Nationalité</p>		<p>Française</p>	
<p>N° de téléphone (facultatif)</p>		<p>N° de télécopie (facultatif)</p>	
<p>Adresse électronique (facultatif)</p>			
<p><input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</p>			



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

R2

REMISE DES PIÈCES DATE 30 JAN 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0301040 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 300301
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		H272700/656.OB	
6 MANDATAIRE			
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société		CABINET BEAU DE LOMENIE	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	158, rue de l'Université	
	Code postal et ville	75 340 PARIS CEDEX 07	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01.44.18.89.00	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01.44.18.04.23	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (N m et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. ROCHET	

5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention concerne la fabrication d'un panneau de refroidissement actif en matériau composite thermostuctural.

Par panneau de refroidissement actif, on entend ici un panneau parcouru par un fluide de refroidissement apte à prélever les calories
10 reçues par exposition du panneau à température ou flux thermique élevés.

Par matériau composite thermostuctural, on entend ici un matériau composite ayant des propriétés mécaniques qui le rendent apte à constituer des éléments de structure et ayant la capacité de conserver ces propriétés mécaniques à température élevée. Les matériaux
15 composites thermostucturaux sont typiquement les matériaux composites de type carbone/carbone (C/C) comprenant une structure de renfort en fibres de carbone densifiée par une matrice en carbone, et les matériaux composites à matrice céramique (CMC) comprenant une structure de renfort en fibres réfractaires (notamment fibres de carbone ou de
20 céramique) densifiée par une matrice céramique.

L'invention trouve notamment des applications pour des parois de chambre de combustion de moteurs aéronautiques qui sont parcourues par un fluide de refroidissement, lequel peut être le carburant injecté dans la chambre, ou des parois de divergents de moteurs-fusées qui sont
25 refroidies par fluide, lequel peut être un ergol injecté dans la chambre de combustion des moteurs-fusées ou encore des parois de chambre de confinement de plasma dans des réacteurs de fusion nucléaire. Dans ces applications, le panneau fonctionne comme échangeur thermique entre sa face exposée à des températures ou flux thermiques élevés et le fluide qui
30 le parcourt.

L'utilisation, pour de telles parois d'échangeurs thermiques, de panneaux de refroidissement actif en matériau composite thermostuctural permet d'étendre le fonctionnement des systèmes comprenant ces échangeurs vers des températures plus élevées et/ou d'augmenter la
35 durabilité de ces systèmes. Or, l'augmentation de la température de fonctionnement peut permettre une augmentation des performances,

notamment du rendement pour des chambres de combustion ou tuyères de moteurs aéronautiques ou spatiaux, ainsi qu'une réduction des émissions polluantes pour les moteurs aéronautiques.

La réalisation d'une pièce en matériau composite thermostructural comprend généralement l'élaboration d'une préforme
5 fibreuse poreuse ayant une forme voisine de celle de la pièce à réaliser et la densification de la préforme.

La densification peut être réalisée par voie liquide ou par voie gazeuse. La densification par voie liquide consiste à imprégner la préforme
10 par un liquide précurseur du matériau de la matrice, lequel précurseur est généralement une résine, et à transformer le précurseur, habituellement par traitement thermique. La voie gazeuse, ou infiltration chimique en phase vapeur consiste à placer la préforme dans une enceinte et à
15 admettre dans l'enceinte une phase gazeuse réactionnelle qui, dans des conditions de pression et température déterminées, diffuse au sein de la porosité de la préforme et y forme un dépôt solide par décomposition d'un ou plusieurs constituants de la phase gazeuse ou réaction entre plusieurs
20 constituants. Les deux procédés, voie liquide et infiltration chimique en phase vapeur, sont bien connus et peuvent être associés, par exemple en réalisant une prédensification ou consolidation de la préforme par voie liquide suivie d'une infiltration chimique en phase vapeur.

Quel que soit le procédé de densification utilisé, les matériaux composites thermostructuraux présentent une porosité résiduelle de sorte qu'ils ne peuvent être utilisés seuls pour former des panneaux de
25 refroidissement avec passages internes parcourus par un fluide, les parois de tels passages n'étant pas étanches.

Pour surmonter cette difficulté et pouvoir combiner refroidissement actif par fluide circulant et utilisation de matériaux réfractaires poreux, plusieurs solutions ont été proposées.

30 Une première solution consiste à réaliser un panneau ayant une plaque avant en graphite, du côté exposé aux températures élevées, et une plaque arrière métallique, notamment en acier dans laquelle sont formés des canaux de circulation de fluide de refroidissement. Les deux plaques sont assemblées par brasage avec interposition de couches
35 métalliques permettant une adaptation entre les coefficients de dilatation thermique différents de l'acier et du graphite. La présence de métal massif

est pénalisante en terme de masse du panneau de refroidissement. En outre, la longueur du chemin thermique, à travers la plaque de graphite et la plaque métallique limite la capacité de refroidissement au niveau de la surface exposée.

5 Une autre solution consiste à former des passages au sein d'un bloc de matériau composite thermostructural et à rendre les parois de ces passages étanches par brasage d'une garniture métallique, par exemple en cuivre.

10 Encore une autre solution consiste à réaliser deux plaques en matériau composite thermostructural, dont l'une présente des canaux usinés dans sa face destinée à être assemblée avec une face en regard de l'autre plaque, l'assemblage étant réalisé par brasage.

15 Ces deux dernières solutions sont satisfaisantes en termes de masse et de réduction du chemin thermique, mais des problèmes d'étanchéité peuvent survenir par fissuration de la garniture métallique ou de la brasure par suite d'expositions répétées à des températures très élevées.

Objet et résumé de l'invention

20 L'invention a pour but de fournir un procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif en matériau composite thermostructural présentant une étanchéité efficace et durable vis-à-vis d'un fluide circulant dans des passages internes du panneau.

25 Ce but est atteint grâce à un procédé du type comprenant les étapes qui consistent à fournir une première pièce en matériau composite thermostructural ayant une face intérieure présentant des reliefs en creux formant des canaux, former un revêtement métallique sur ladite face de la première pièce, fournir une deuxième pièce en matériau composite thermostructural ayant une face intérieure destinée à être appliquée sur
30 ladite face intérieure de la première pièce, former un revêtement métallique sur ladite face intérieure de la deuxième pièce et assembler la première et la deuxième pièce par liaison desdites faces intérieures entre elles, de manière à obtenir un panneau de refroidissement en matériau composite thermostructural à canaux de circulation intégrés, procédé
35 selon lequel, conformément à l'invention, les pièces sont assemblées par liaison entre lesdites faces intérieures par pression à chaud.

La liaison peut être réalisée par pressage isostatique à chaud ou par pressage des pièces à la presse à chaud.

Un tel mode de liaison présente l'avantage d'éviter le passage par une voie liquide, comme c'est le cas pour le brasage, la température requise étant moins élevée que pour le brasage. Une continuité du revêtement métallique est ainsi mieux préservée.

Selon un mode de mise en oeuvre du procédé, pour la liaison par pression à chaud, on utilise au moins une partie des revêtements métalliques formés sur lesdites faces intérieures de la première et de la deuxième pièce, les revêtements métalliques assurant à la fois une fonction d'étanchéité et de liaison.

En variante, ou complément, pour la liaison par pression à chaud, on interpose un feuillard métallique interposé entre lesdites faces intérieures des pièces munies d'un revêtement métallique afin, le cas échéant, de garantir encore une meilleure étanchéité du côté d'au moins une des faces intérieures des pièces assemblées.

Selon un mode particulier de mise en oeuvre du procédé, la formation des revêtements métalliques sur les faces intérieures des pièces peut comprendre la formation d'un premier et d'un deuxième dépôt superposés, le premier dépôt ayant une fonction de barrière de réaction entre les constituants du matériau composite thermostuctural et le deuxième dépôt et/ou une fonction d'adaptation, et le deuxième dépôt participant à la liaison entre les pièces par pression à chaud.

Le premier dépôt peut être choisi parmi le rhénium, le molybdène, le tungstène, le niobium et le tantale. Lorsque les pièces à assembler sont en un matériau composite comportant du silicium, le premier dépôt est de préférence du rhénium.

Le métal de la couche métallique permettant la liaison par pression à chaud peut être choisi parmi le nickel, le cuivre, le fer, ou un alliage d'au moins d'un ou plusieurs de ceux-ci. On utilise de préférence le nickel ou un alliage de nickel.

Le revêtement d'étanchéité métallique est avantageusement formé par dépôt physique en phase vapeur ou par projection par plasma.

Selon un autre mode particulier de mise en oeuvre du procédé, on munit lesdites faces intérieures des pièces d'un revêtement métallique par pressage isostatique à chaud avec un feuillard métallique.

On peut alors assembler la première pièce avec un feuillard métallique préalablement mis en forme pour épouser les reliefs en creux de la face intérieure de la première pièce.

5 Le feuillard formant le revêtement métallique peut être en un métal choisi parmi le niobium, le molybdène, le tungstène et le tantale.

Selon une particularité avantageuse du procédé, avant formation du revêtement métallique sur lesdites faces intérieures des pièces à assembler, on réalise un traitement de réduction de la porosité de surface du matériau composite thermostuctural au niveau au moins
10 desdites faces intérieures.

Cette réduction de porosité peut être réalisée par application à la surface d'au moins une desdites faces intérieures des pièces d'une suspension comprenant une poudre céramique et un précurseur de matériau céramique en solution, et transformation du précurseur en
15 matériau céramique.

Le précurseur de matériau céramique peut être un polymère qui est réticulé avant transformation en céramique par traitement thermique.

Après transformation du précurseur en matériau céramique et
20 avant formation du revêtement métallique, on peut réaliser un dépôt céramique par dépôt ou infiltration chimique en phase vapeur au niveau desdites faces intérieures des pièces à assembler, afin de former une couche mince et continue de céramique en surface.

25 Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 montre en perspective deux pièces destinées à
30 former un panneau de refroidissement actif ;

- les figures 2 à 7 sont des vues très schématiques en coupe illustrant des étapes successives d'un mode de réalisation d'un procédé selon l'invention à partir des pièces de la figure 1 ; et

- les figures 8 à 10 sont des vues très schématiques en coupe
35 illustrant des étapes successives d'un autre mode de réalisation d'un procédé selon l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

Une première étape du procédé consiste à fournir deux pièces en matériau composite thermostuctural dont l'une au moins a une face dans laquelle sont formés des reliefs en creux constituant des canaux, afin de constituer un panneau de refroidissement par assemblage des deux pièces.

La figure 1 montre deux telles pièces 10 et 20 en forme de plaques. Les pièces 10 et 20 présentent des faces intérieures 11, 21 par lesquelles elles sont destinées à être assemblées, et des faces extérieures 12, 22 opposées aux faces intérieures.

Dans l'exemple illustré, des reliefs en creux formant des canaux à section sensiblement semi-circulaire 23 sont formés dans la face intérieure 21 de la pièce 20, la face intérieure 11 de la pièce 10 ne présentant pas de tels reliefs.

En variante, des reliefs en creux pourraient être formés à la fois dans les faces intérieures 11 et 21, avantageusement dans des zones situées en regard afin de pouvoir constituer chaque canal par réunion de deux reliefs en creux se faisant face.

Lorsque des canaux sont formés dans une seule pièce, on choisira de préférence la pièce dont la face extérieure est destinée à être exposée au flux thermique lors de l'utilisation du panneau de refroidissement, afin de réduire le trajet thermique entre cette face exposée et un fluide de refroidissement circulant dans les canaux.

Dans l'exemple illustré, les canaux 23 s'étendent sur la plus grande partie de la longueur de la pièce 20 et débouchent à leurs extrémités dans des collecteurs formés par des reliefs en creux 14, 15 pratiqués dans la face intérieure 11 de la pièce 10. Des percages 16, 17 s'ouvrant dans les collecteurs et à la surface externe 12 de la pièce 10 font communiquer les collecteurs avec des conduites d'alimentation ou d'extraction de fluide de refroidissement ou, par l'intermédiaire de raccords, avec des panneaux de refroidissement similaires adjacents. La pièce 10 pourrait présenter une surépaisseur au niveau des reliefs 14, 15 afin d'éviter une trop importante réduction locale d'épaisseur.

Les collecteurs pourraient aussi être formés par la combinaison de reliefs formés à la fois dans les faces intérieures 11 et 21 des pièces 10 et 20.

En variante, les canaux 23 pourraient avoir au moins une extrémité débouchant à une extrémité latérale de la pièce 20. Après formation du panneau de refroidissement, les extrémités débouchantes des canaux pourraient alors être reliées par des raccords soit à un collecteur extérieur au panneau, soit à des canaux similaires d'un panneau adjacent.

Bien que seulement quatre canaux 23 sont représentés sur le dessin, le nombre de ceux-ci peut être beaucoup plus important.

Les pièces 10 et 20 peuvent être de forme générale parallélépipédique ou être incurvées, selon la forme finale désirée pour le panneau de refroidissement.

Les pièces sont en matériau composite thermostuctural C/C ou CMC. Pour des applications à température très élevée, notamment en milieu oxydant, l'utilisation de CMC est préférée, typiquement des matériaux composite à renfort en fibres de carbure de silicium (SiC) ou de carbone et à matrice SiC ou à matrice comportant au moins une phase externe en SiC. Les canaux et collecteurs peuvent être formés par usinage.

Quel que soit le matériau composite thermostuctural utilisé, celui-ci présente une porosité résiduelle, notamment une porosité de surface telle qu'illustrée très schématiquement sur la figure 2.

Avant d'assembler les pièces, il est donc utile de réaliser une étanchéité des faces intérieures.

Avant de réaliser cette étanchéité, on peut avantageusement procéder à une réduction de porosité superficielle des faces intérieures des pièces à assembler. Cette réduction de porosité pourrait être effectuée sur une des faces intérieures seulement dans la mesure où l'exigence d'étanchéité est moins élevée du côté de l'autre face intérieure. Il peut en être ainsi dans le cas d'un panneau de refroidissement actif pour paroi de chambre de combustion, lorsque le liquide de refroidissement utilisé est un carburant et qu'une fuite du côté de la chambre de combustion est tolérable dans une certaine mesure.

La réduction de porosité peut comporter l'application à la face intérieure de la ou chaque pièce concernée d'une suspension contenant des charges solides sous forme de poudre céramique et un précurseur de céramique en solution, et la transformation du précurseur en matériau

céramique. Le précurseur peut être un polymère qui est réticulé puis transformé en céramique par traitement thermique. A titre d'exemple, on peut utiliser comme précurseur un polycarbosilane (PCS) ou polytitanocarbosilane (PTCS) précurseur de SiC, qui est mis en solution dans un solvant, par exemple le xylène. La poudre céramique contribue à assurer un comblement efficace de la porosité superficielle. On pourra utiliser une poudre de SiC par exemple.

La composition liquide peut être appliquée à la brosse ou par pistoletage, la quantité de solvant étant choisie pour permettre une application aisée et favoriser la pénétration de la composition liquide dans la porosité de surface.

Après application de la composition liquide et séchage par élimination du solvant, on procède à la réticulation du polymère précurseur puis à la transformation en céramique. Dans le cas par exemple du PCS, la réticulation peut être effectuée en élevant la température jusqu'à environ 350°C et la céramisation en élevant la température jusqu'à environ 900°C.

Après céramisation, on peut éventuellement procéder à un arasage de la surface de la pièce pour revenir à sa géométrie initiale.

Le détail de la figure 3 illustre très schématiquement le comblement de porosité obtenu par le matériau 31 comprenant le résidu de céramisation et la poudre de céramique.

Avantageusement aussi, le comblement de porosité peut être complété par formation d'un dépôt de céramique, par exemple de SiC, par infiltration chimique en phase vapeur, ce qui permet d'obtenir un revêtement uniforme et continu 32 ancré sur le matériau composite (figure 3). Outre la réduction de porosité de surface, un tel revêtement continu peut constituer une barrière de réaction capable d'éviter une interaction entre un dépôt métallique formé ensuite et des constituants du matériau composite, notamment des fibres de renfort lorsque ces fibres sont en carbone.

On notera que le processus de comblement de porosité par dépôt d'une suspension contenant une poudre céramique et un polymère précurseur de céramique, transformation du précurseur en céramique, arasage puis formation d'un revêtement céramique par infiltration chimique en phase vapeur est décrit dans la demande de brevet au nom

de la présente déposante intitulée "Procédé pour le traitement de surface d'une pièce en matériau composite thermostuctural et application au brasage de pièces en matériau composite thermostuctural".

5 Un revêtement métallique est formé sur les faces intérieures des pièces après comblement éventuel de la porosité superficielle comme décrit ci-avant.

Le revêtement métallique a notamment une fonction d'étanchéité. Il contribue aussi avantageusement à la liaison entre les pièces.

10 Selon un premier mode de mise en oeuvre du procédé, le revêtement métallique comprend une première couche 34 d'un métal ayant avantageusement une fonction de barrière de réaction chimique vis-à-vis du matériau sous-jacent et/ou une fonction d'adaptation et une deuxième couche métallique 35 ayant une capacité de liaison par pression
15 à chaud (figure 4).

La deuxième couche peut être en un métal choisi parmi le nickel, le cuivre, le fer ou un alliage d'au moins un de ceux-ci. Le nickel (Ni) ou un alliage de nickel présentent les avantages d'une bonne conductivité thermique, d'une bonne capacité de liaison par pression à
20 chaud et d'une température de fusion élevée évitant un passage à l'état liquide lors de la liaison par pression à chaud.

La première couche peut être en un métal choisi parmi le rhénium, le molybdène, le tungstène, le niobium et le tantale. Dans le cas d'un matériau composite thermostuctural à matrice SiC et renfort fibreux
25 en carbone ou SiC et/ou lorsqu'un revêtement de SiC a été formé préalablement, le rhénium présente l'avantage de n'être pas réactif avec SiC. Il présente en outre une bonne ductibilité et a une température de fusion élevée évitant qu'un passage à l'état liquide se produise lors de la liaison ultérieure sous pression à chaud. Le rhénium a en outre un
30 coefficient de dilatation intermédiaire entre SiC et Ni et constitue donc de plus une couche d'adaptation mécanique lorsque la deuxième couche métallique est constituée au moins en partie par Ni.

Les dépôts de la première et de la deuxième couche métallique sont réalisés successivement. On pourra utiliser des procédés de dépôts
35 connus du type dépôt physique en phase vapeur ou projection par plasma.

Avant liaison des pièces par pression à chaud, un feuillard métallique 36 (figure 5) peut être interposé entre les faces intérieures en regard des pièces. Le feuillard métallique va s'appliquer, dans l'exemple illustré, contre la face intérieure de la pièce 10 munie du revêtement métallique d'étanchéité. Le feuillard 36 est de préférence choisi dans le même matériau que la deuxième couche métallique du revêtement métallique d'étanchéité, par exemple en Ni.

La présence du feuillard 36, dont l'épaisseur est par exemple comprise entre 0,05 mm et 0,2 mm garantit une bonne étanchéité au niveau de la face intérieure 11 de la pièce 10, lorsqu'une étanchéité absolue est nécessaire. Il peut en être ainsi lorsque le panneau de refroidissement est une paroi de chambre de combustion parcourue par un carburant agissant comme fluide de refroidissement, et que la pièce 10 est la partie arrière du panneau, c'est-à-dire celle la plus éloignée de la chambre de combustion.

La liaison des pièces entre elles, après insertion éventuelle du feuillard 36 est réalisée par pression à chaud.

On pourra utiliser des procédés connus tels que le procédé d'assemblage par pressage isostatique à chaud (ou HIP pour "Hot Isostatic Pressing") ou le procédé de pressage des pièces à la presse à chaud.

La liaison par pressage isostatique à chaud est réalisée en plaçant les pièces à assembler l'une contre l'autre dans une enceinte tout en encapsulant les pièces dans une enveloppe étanche 37 (figure 6). La température et la pression sont ensuite élevées de façon sensiblement uniforme dans l'enceinte. La liaison est réalisée par interdiffusion du métal entre les deuxième couches métalliques des revêtements métalliques ou entre celles-ci et le feuillard métallique lorsqu'un tel feuillard a été interposé. L'enveloppe étanche encapsulant les pièces est par exemple constituée par un feuillard métallique 37 tel qu'un feuillard de niobium, ou encore de nickel, de fer ou en un alliage de ceux-ci. L'étanchéité de l'enveloppe peut être assurée, de façon connue en soi, par soudage du feuillard, celui-ci pouvant être en plusieurs parties soudées entre elles. Des éléments d'outillage tels que des plaques de graphite 38, 39 peuvent être interposés entre le feuillard 37 et des surfaces extérieures des pièces 10, 20 pour éviter l'incrustation de métal du feuillard 37 dans ces surfaces

par suite du pressage isostatique à chaud, lorsque la présence de ce métal sur ces surfaces est indésirable pour le panneau de refroidissement réalisé.

5 La liaison par pressage des pièces à la presse à chaud consiste à élever la température des pièces à assembler et à appliquer celles-ci l'une contre l'autre par pression exercée sur leurs faces extérieures dans une presse.

10 La pression utilisée pour la liaison par pression à chaud est comprise par exemple entre 80 MPa et 120 MPa. La température est fonction de la nature de la couche métallique servant à la liaison entre les pièces. Elle est sensiblement inférieure à la température de fusion du métal de cette couche métallique, typiquement comprise entre 60 % et 80 % de la température de fusion.

15 Dans le cas où les couches métalliques en contact sont en nickel, la température est plus particulièrement choisie entre 900°C et 1100°C tant pour la liaison par pression isostatique à chaud que pour la liaison par pressage des pièces à la presse à chaud.

20 La figure 7 montre le panneau de refroidissement 40 obtenu. On notera que le feuillard 36 est utile pour garantir l'étanchéité totale du côté de la face intérieure de la pièce 10 dans les zones non liées par le pressage à chaud.

L'absence de passage à l'état liquide des revêtements métalliques lors de la liaison par pression à chaud permet à ceux-ci de conserver leur continuité, y compris sur les parois des canaux 23.

25 Selon un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé, les faces intérieures des pièces 10 et 20 sont munies d'un revêtement métallique par pressage isostatique à chaud, après comblement éventuel de la porosité superficielle, comme décrit plus haut.

30 A cet effet, comme montré par la figure 8, les pièces 10 et 20 sont encapsulées dans des enveloppes métalliques étanches respectives 42, 44 qui sont formées du métal choisi pour former les revêtements métalliques sur les surfaces intérieures 11, 21. On utilise un métal pouvant être sous forme de feuillards d'épaisseur assez faible, typiquement comprise entre 0,1 et 0,5 mm. Le métal doit aussi être soudable, pour
35 permettre l'encapsulation étanche des pièces et ductile pour se prêter aisément à la liaison par pressage isostatique à chaud. Le panneau de

refroidissement étant normalement destiné à des applications à température élevée, on choisit de préférence un métal réfractaire, par exemple parmi le niobium, le molybdène, le tungstène, le tantale ou le rhénium.

5 Pour limiter, si désiré, la formation des revêtements métalliques aux faces intérieures 11, 21, les autres surfaces externes des pièces 10, 20 peuvent être munies d'éléments d'outillage tels que des plaques de graphite 45, 46 et 47, 48 interposés entre ces autres surfaces externes et les enveloppes 42, 44.

10 Les pièces 10, 20 ainsi encapsulées sont logées dans une enceinte où la pression et la température sont élevées progressivement de manière à réaliser la liaison par pressage isostatique à chaud entre les faces intérieures 11, 21 et les parties de feuillard métallique situées en regard. Comme indiqué plus haut, la pression utilisée est comprise par
15 exemple entre 80 MPa et 120 MPa et la température comprise par exemple entre 60 % et 80 % de la température de fusion du métal des enveloppes 42, 44.

 Lors du pressage isostatique à chaud, le feuillard de l'enveloppe 44 se déforme pour épouser la forme des canaux 23. Il en
20 résulte une réduction d'épaisseur du feuillard dans les zones assemblées aux parois des canaux 23. Pour éviter cette réduction d'épaisseur et l'apparition éventuelles de contraintes aux angles formés par les rebords des canaux 23, on pourra utiliser, pour la partie de l'enveloppe 44 située en regard de la face intérieure 21 de la pièce 20, un feuillard préformé de
25 manière à épouser les reliefs en creux des canaux 23.

 Les pièces 10, 20 ainsi munies de revêtements métalliques 50, 52 sur leurs faces intérieures sont assemblées par liaison entre leurs faces intérieures.

 La liaison peut être réalisée par pressage isostatique à chaud.
30 On peut procéder comme décrit plus haut en référence à la figure 6, en encapsulant les pièces placées l'une contre l'autre dans une enveloppe métallique 54 (figure 9), par exemple un feuillard de niobium ou encore de nickel, de fer ou d'un alliage de ceux-ci. Des éléments d'outillage, tels que des plaques de graphite 55, 56 peuvent être interposés entre les surfaces
35 extérieures des pièces 10, 20 et l'enveloppe 54.

Un feuillard métallique, par exemple en niobium, pourra être interposé entre les revêtements métalliques 50, 52, comme dans le cas de la figure 6.

En variante, la liaison peut être réalisée par pressage des pièces
5 l'une contre l'autre dans une presse à chaud.

La pression et la température utilisées pour le pressage isostatique à chaud ou le pressage à la presse à chaud peuvent être telles que définies plus haut.

La figure 10 montre le panneau de refroidissement 60 obtenu,
10 les revêtements métalliques 50, 52 contribuant à l'étanchéité des canaux et à la liaison entre les pièces.

Exemple

Des pièces 10 et 20 semblables à celles illustrées par la figure 1
15 ont été réalisées en matériau composite thermostuctural C/SiC, les canaux et collecteurs étant formés par usinage.

Une réduction de porosité des surfaces internes des pièces a été effectuée par application sur celles-ci, à la brosse, d'une composition contenant une poudre de SiC de granulométrie moyenne égale à environ
20 9 microns dans une solution de polycarbosilane (PCS) dans du xylène. Après séchage à l'air, on a procédé à une étape de réticulation du PCS à environ 350°C puis à sa transformation en SiC par élévation de la température jusqu'à environ 900°C. Un mince revêtement de SiC, d'épaisseur environ égale à 100 microns a ensuite été déposé par
25 infiltration chimique en phase vapeur, ce revêtement étant alors formé sur toute la surface extérieure des pièces 10, 20, non seulement au niveau des faces internes des pièces. En combinaison avec le résidu de céramisation du PCS associé aux poudres SiC, le revêtement SiC contribue à assurer une réduction efficace de porosité.

Des dépôts métalliques de rhénium puis de nickel ont été
30 successivement formés par dépôt physique en phase vapeur sur les surfaces intérieures des pièces, les dépôts métalliques ayant chacun une épaisseur d'environ 50 microns.

La liaison des pièces a été réalisée par pressage isostatique à
35 chaud. A cet effet, les pièces ont été accolées par leurs faces internes et encapsulées dans un feuillard de niobium d'épaisseur égale à 0,5 mm avec

interposition de plaques en graphite entre les surfaces externes des pièces et le feuillard de niobium.

Le pressage isostatique à chaud a été réalisé sous une pression d'environ 90 MPa et à une température d'environ 1 000°C.

- 5 Des essais effectués ont montré une bonne étanchéité des parois des canaux et une bonne qualité de liaison entre les pièces, les résistances à rupture au niveau de la liaison étant d'environ 70 MPa en cisaillement et de 30 MPa en traction.

REVENDECATIONS

1. Procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif comprenant les étapes qui consistent à fournir une première pièce en
5 matériau composite thermostuctural ayant une face intérieure présentant des reliefs en creux formant des canaux, former un revêtement métallique sur ladite face de la première pièce, fournir une deuxième pièce en matériau composite thermostuctural ayant une face intérieure destinée à être appliquée sur ladite face intérieure de la première pièce, former un
10 revêtement métallique sur ladite face intérieure de la deuxième pièce et assembler la première et la deuxième pièce par liaison desdites faces intérieures entre elles, de manière à obtenir un panneau de refroidissement en matériau composite thermostuctural à canaux de circulation intégrés,
15 caractérisé en ce que les pièces sont assemblées par liaison entre lesdites faces intérieures par pression à chaud.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison est réalisée par pressage isostatique à chaud.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
20 liaison est réalisée par pressage des pièces à la presse à chaud.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, pour la liaison par pression à chaud, on utilise au moins une partie des revêtements métalliques formés sur lesdites faces intérieures de la première et de la deuxième pièce.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, pour la liaison par pression à chaud, on interpose un feuillard métallique entre lesdites faces intérieures des pièces munies d'un revêtement métallique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la formation des revêtements métalliques comprend la formation d'un premier et d'un deuxième dépôt superposés, le premier dépôt ayant une fonction de barrière de réaction entre les constituants du matériau composite thermostuctural et le deuxième dépôt et/ou une fonction d'adaptation, et le deuxième dépôt participant à la liaison entre
30 les pièces par pression à chaud.
35

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif comprenant les étapes qui consistent à fournir une première pièce (20) en matériau composite thermostuctural ayant une face intérieure (21) présentant des reliefs en creux formant des canaux (23), former un revêtement métallique (34-35 ; 52) sur ladite face (21) de la première pièce, fournir une deuxième pièce (10) en matériau composite thermostuctural ayant une face intérieure (11) destinée à être appliquée sur ladite face intérieure (21) de la première pièce (20), former un revêtement métallique (34-35 ; 50) sur ladite face intérieure (11) de la deuxième pièce (10) et assembler la première et la deuxième pièce par liaison desdites faces intérieures entre elles, de manière à obtenir un panneau de refroidissement en matériau composite thermostuctural à canaux de circulation intégrés, caractérisé en ce que les pièces (10, 20) sont assemblées par liaison entre lesdites faces intérieures (11, 21) par pression à chaud.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison est réalisée par pressage isostatique à chaud.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison est réalisée par pressage des pièces à la presse à chaud.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, pour la liaison par pression à chaud, on utilise au moins une partie des revêtements métalliques formés sur lesdites faces intérieures de la première et de la deuxième pièce.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, pour la liaison par pression à chaud, on interpose un feuillard métallique (36) entre lesdites faces intérieures (11, 21) des pièces (10, 20) munies d'un revêtement métallique.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la formation des revêtements métalliques comprend la formation d'un premier et d'un deuxième dépôt superposés (34-35), le premier dépôt (34) ayant une fonction de barrière de réaction entre les constituants du matériau composite thermostuctural et le deuxième dépôt et/ou une fonction d'adaptation, et le deuxième dépôt (35) participant à la liaison entre les pièces par pression à chaud.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le premier dépôt est choisi parmi le rhénium, le molybdène, le tungstène, le niobium et le tantale.

5 8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la première et la deuxième pièce à assembler sont en matériau composite comportant du silicium, caractérisé en ce que le premier dépôt est en rhénium.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le métal de la couche métallique permettant la liaison par pression à chaud est choisi parmi le nickel, le cuivre, le fer ou
10 un alliage d'au moins d'un ou plusieurs de ceux-ci.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le métal permettant la liaison par pression à chaud est choisi parmi le nickel et un alliage à base de nickel.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le revêtement d'étanchéité métallique est formé au
15 moins partiellement par dépôt physique en phase vapeur.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le revêtement d'étanchéité métallique est formé au moins partiellement par projection par plasma.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on munit lesdites faces intérieures des pièces d'un revêtement métallique par pressage isostatique à chaud avec un feuillard
20 métallique.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que
25 l'on assemble la première pièce avec un feuillard métallique préalablement mis en forme pour épouser les reliefs en creux de la face intérieure de la première pièce.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que le feuillard formant le revêtement métallique est
30 en un métal choisi parmi le niobium, le molybdène, le tungstène, le tantale et le rhénium.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que, avant formation du revêtement métallique sur lesdites faces intérieures des pièces à assembler, on réalise un traitement
35 de réduction de la porosité de surface du matériau composite thermostructural au niveau au moins d'une desdites faces intérieures.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le premier dépôt (34) est choisi parmi le rhénium, le molybdène, le tungstène, le niobium et le tantale.

5 8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la première et la deuxième pièce à assembler sont en matériau composite comportant du silicium, caractérisé en ce que le premier dépôt est en rhénium.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le métal de la couche métallique (35) permettant la liaison par pression à chaud est choisi parmi le nickel, le cuivre, le fer ou
10 un alliage d'au moins d'un ou plusieurs de ceux-ci.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le métal permettant la liaison par pression à chaud est choisi parmi le nickel et un alliage à base de nickel.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le revêtement métallique (34-35) est formé au
15 moins partiellement par dépôt physique en phase vapeur.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le revêtement métallique (34-35) est formé au moins partiellement par projection par plasma.

20 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on munit lesdites faces intérieures (11-21) des pièces (10, 20) d'un revêtement métallique par pressage isostatique à chaud avec un feuillard métallique (42, 44).

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que
25 l'on assemble la première pièce (20) avec un feuillard métallique préalablement mis en forme pour épouser les reliefs en creux de la face intérieure de la première pièce.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que le feuillard (42, 44) formant le revêtement
30 métallique est en un métal choisi parmi le niobium, le molybdène, le tungstène, le tantale et le rhénium.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que, avant formation du revêtement métallique sur lesdites faces intérieures (11, 21) des pièces (10, 20) à assembler, on
35 réalise un traitement de réduction de la porosité de surface du matériau

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit traitement de réduction de porosité comprend : l'application à la surface d'au moins une desdites faces intérieures des pièces d'une suspension comprenant une poudre céramique et un précurseur de matériau céramique en solution, et la transformation du précurseur en matériau céramique.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le précurseur de matériau céramique est un polymère qui est réticulé et transformé en céramique par traitement thermique.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 et 18, caractérisé en ce qu'après transformation du précurseur en matériau céramique et avant formation du revêtement métallique, on réalise un dépôt céramique par dépôt ou infiltration chimique en phase vapeur au niveau desdites faces intérieures des pièces à assembler.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que les pièces à assembler sont en matériau composite à matrice céramique.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que les pièces à assembler sont en matériau céramique à matrice au moins partiellement en carbure de silicium.

composite thermostuctural au niveau au moins d'une desdites faces intérieures.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit traitement de réduction de porosité comprend : l'application à la surface d'au moins une desdites faces intérieures des pièces d'une suspension comprenant une poudre céramique et un précurseur de matériau céramique en solution, et la transformation du précurseur en matériau céramique.

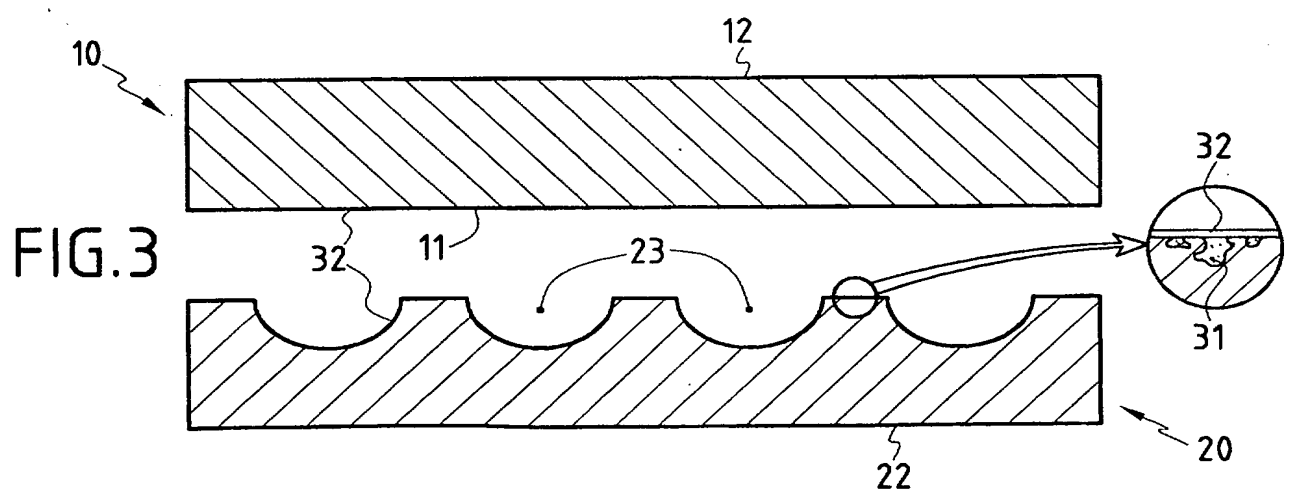
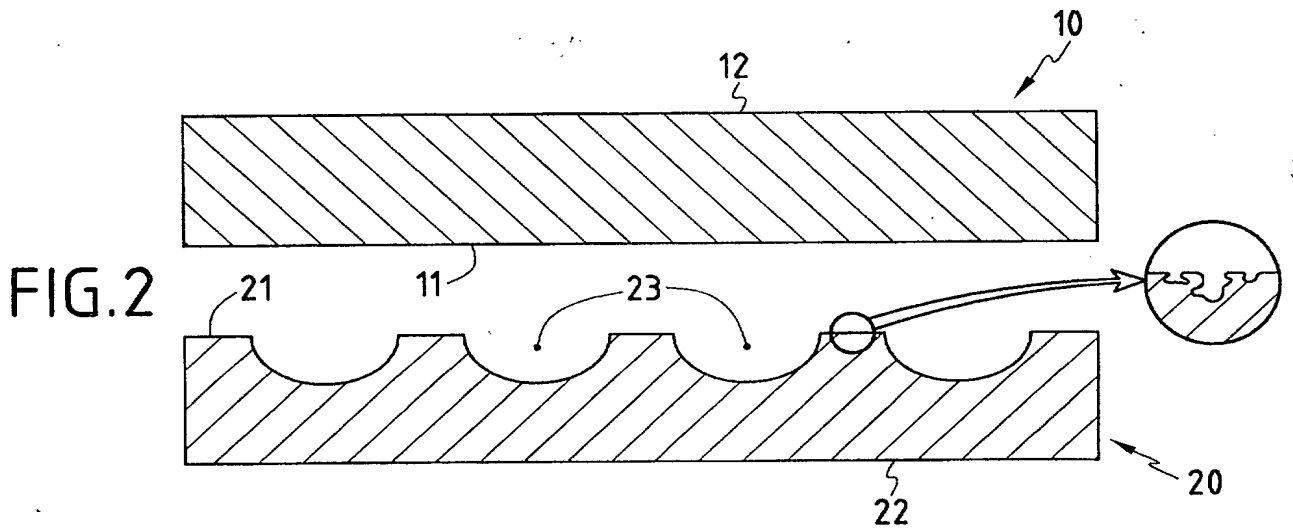
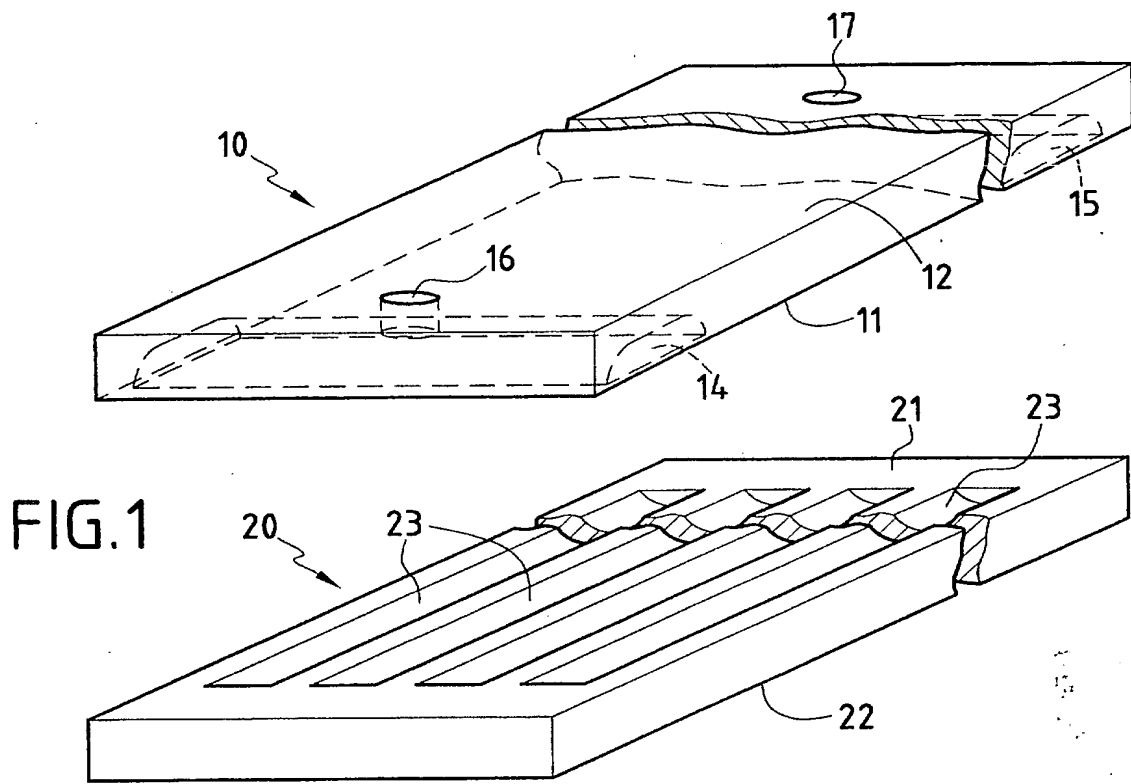
18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le précurseur de matériau céramique est un polymère qui est réticulé et transformé en céramique par traitement thermique.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 et 18, caractérisé en ce qu'après transformation du précurseur en matériau céramique et avant formation du revêtement métallique, on réalise un dépôt céramique (32) par dépôt ou infiltration chimique en phase vapeur au niveau desdites faces intérieures des pièces à assembler.

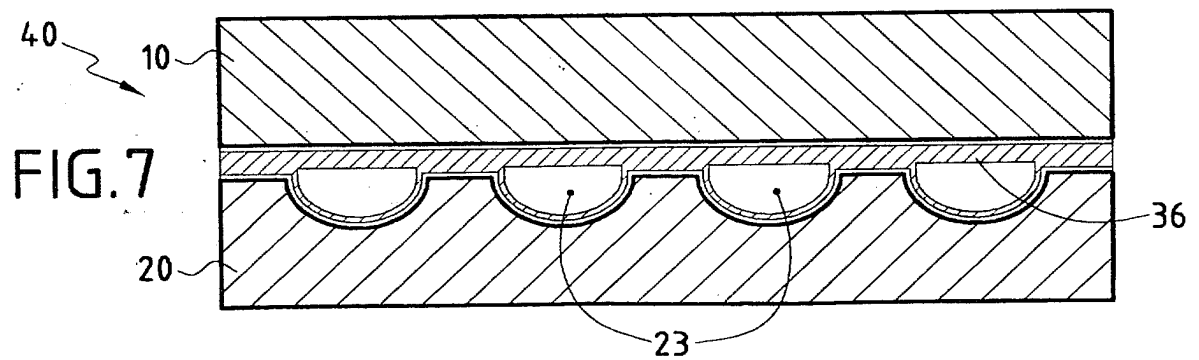
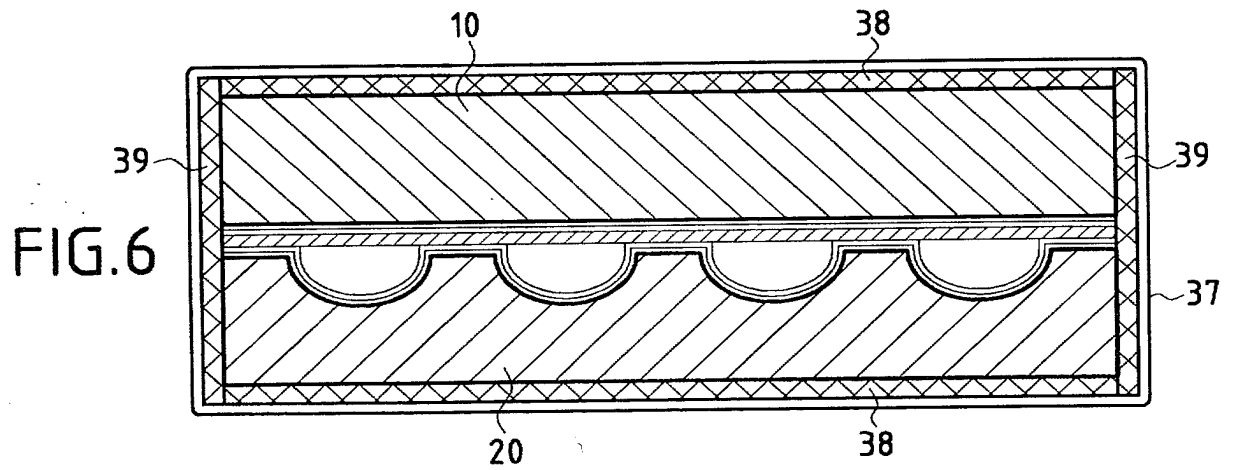
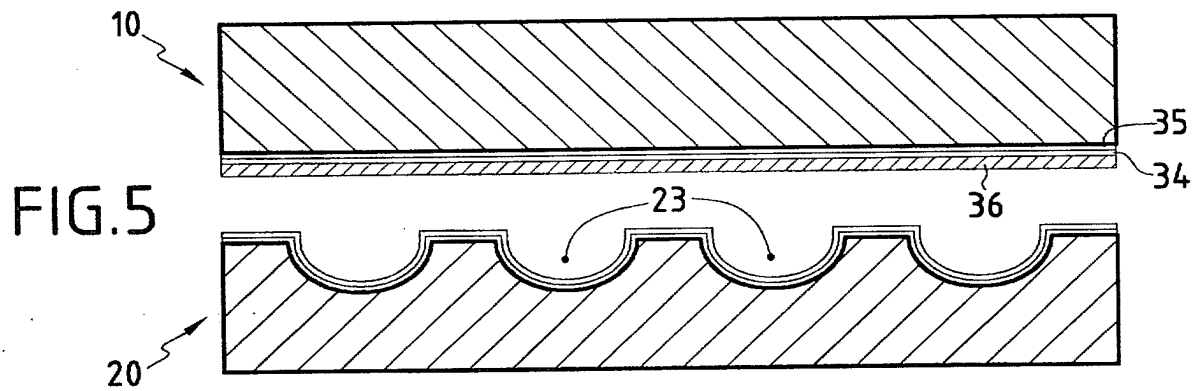
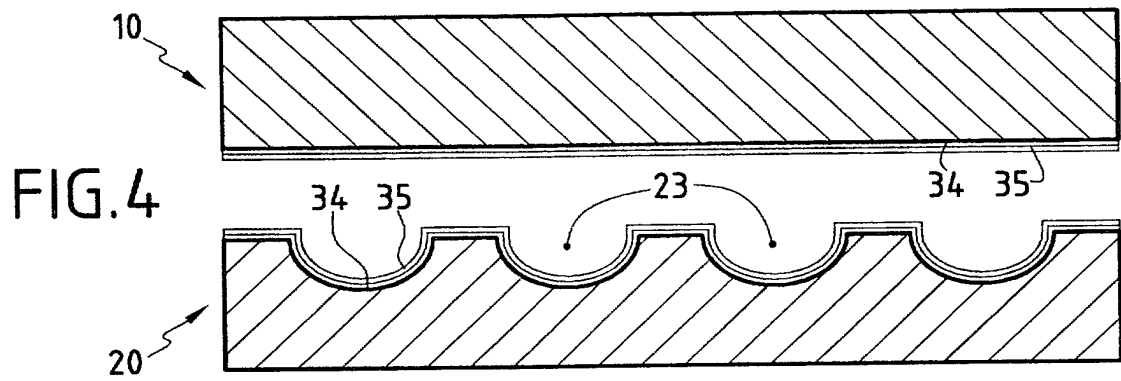
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que les pièces à assembler (10, 20) sont en matériau composite à matrice céramique.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que les pièces à assembler (10, 20) sont en matériau céramique à matrice au moins partiellement en carbure de silicium.

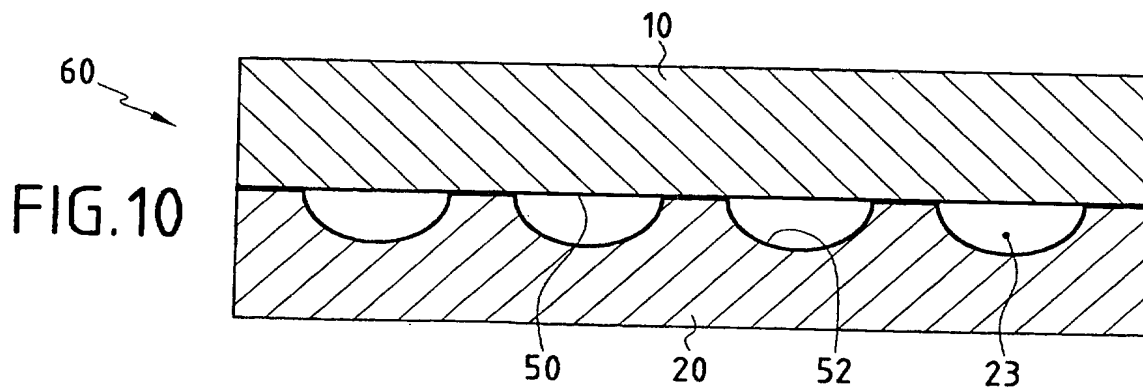
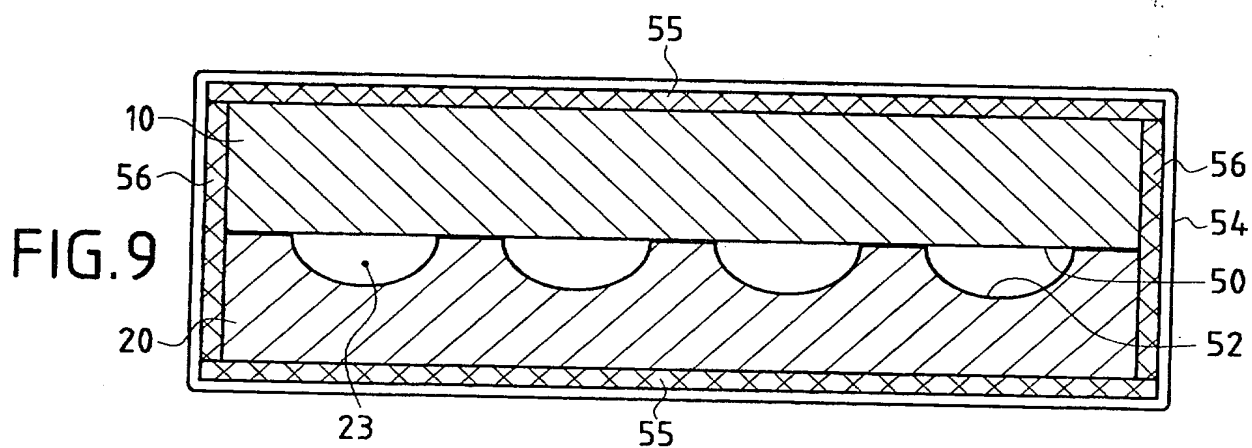
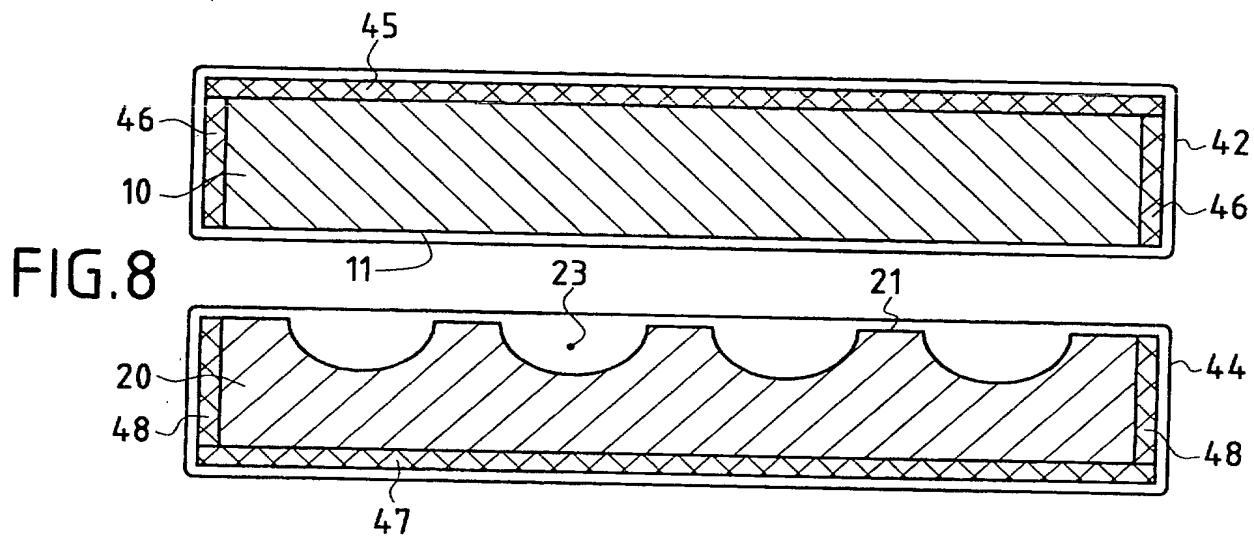
1/3



2/3



3/3





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 2..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 26

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H272700/656FR/JJJ/CED	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 040	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif en matériau composite thermostuctural			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA PROPULSION SOLIDE Les Cinq Chemins 33187 LE HAILLAN FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LARRIEU	
Prénoms		Jean Michel	
Adresse	Rue	1, rue Pierlot	
	Code postal et ville	33460	MACAU
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		UHRIG	
Prénoms		Gilles	
Adresse	Rue	3 Allée Brunaire	
	Code postal et ville	33115	PYLA SUR MER
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		THEBAULT	
Prénoms		Jacques	
Adresse	Rue	100, rue Etchenique	
	Code postal et ville	33200	BORDEAUX
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (N m et qualité du signataire)		Le 24 mars 2003 Jean-Jacques Joly CPI N° 92-1123	



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11 235

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2. / 2.
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 26

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H272700/656FR/JJJ/CED	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 01 040	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé de fabrication d'un panneau de refroidissement actif en matériau composite thermostuctural			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SNECMA PROPULSION SOLIDE Les Cinq Chemins 33187 LE HAILLAN FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BOUQUET	
Prénoms		Clément	
Adresse	Rue	74 Cours Alsace Lorraine	
	Code postal et ville	33000	BORDEAUX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		<p>Le 24 mars 2003</p> <p></p> <p>Jean-Jacques Joly CPI N° 92-1123</p> <p></p> <p>158, Rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07</p>	

THIS PAGE BLANK (USPTO)